

Biomassa e Energia: Situação Atual e Perspectivas para o Estado de Alagoas



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 209

Biomassa e Energia: Situação Atual e Perspectivas para o Estado de Alagoas

Anderson Carlos Marafon
Antônio Dias Santiago
André Felipe Câmara Amaral
Guilherme Bastos Lyra
Karina Ribeiro Salomon
Adriana Neutzling Bierhals
Hugo Leôncio Paiva
Victor dos Santos Guimarães

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2016

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300
Fax: (79) 4009-1369
www.embrapa.com.br
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos Alberto da Silva, Elio Cesar Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Joyce Feitoza Bastos*

Foto da capa: *Roberto César Cunha*

1ª Edição

PDF (2016)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Biomassa e energia: situação atual e perspectivas para o estado de Alagoas/Anderson Carlos Marafon... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

41 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN1678-1953; 209).

1. Biomassa. 2. Energia. 3. Recursos energéticos. 4. Consumo energético. I. Marafon, Andersson Carlos. II. Santiago. Antônio Dias. III. Amarala, André Felipe Câmara. IV. Lyra, Guilherme Bastos. V. Salomon, Karina Ribeiro. VI. Bierhals, Adriana Neutzling. VII. Paiva, Hugo Leôncio. VIII. Guimarães, Victor dos Santos. IX. Título. X. Série.

CDD 634.98 Ed. 21

©Embrapa 2016

Autores

Anderson Carlos Marafon

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

Antônio Dias Santiago

Engenheiro Agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

André Felipe Câmara Amaral

Químico, mestre em Química Orgânica, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

Guilherme Bastos Lyra

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL

Karina Ribeiro Salomon

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Mecânica, professora do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL

Adriana Neutzling Bierhals

Bióloga, mestre em Proteção de Plantas, bolsista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

Hugo Leôncio Paiva

Estudante de Agronomia, bolsista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

Victor dos Santos Guimarães

Estudante de Agronomia, bolsista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

Apresentação

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, em parceria com o Programa de Pós-graduação em Energia da Biomassa da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e a Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de Alagoas (Sedetur), promoveu no dia 13 de julho de 2016, no campus do Centro de Ciências Agrárias da UFAL, situado em Rio Largo, AL, o *I Workshop Biomassa e Energia* com intuito de discutir a situação atual e as perspectivas do uso da biomassa na geração de energia no Estado de Alagoas. O evento reuniu mais de 200 participantes, dentre eles profissionais liberais, representantes de empresas, professores e estudantes de redes de ensino superior. Na ocasião, foi feito o lançamento do Atlas de Bioenergia de Alagoas 2015, publicado pela UFAL em parceria com a Sedetur e a Embrapa, o qual traz mapas atualizados com informações quanto ao potencial de geração de energia da biomassa residual sólida e líquida do Estado.

O *I Workshop Biomassa e Energia* serviu como fórum de discussão e intercâmbio de conhecimentos, informações e experiências entre os diversos segmentos interessados no tema. Esta publicação reúne a síntese das palestras ministradas, que enfocaram princípios e aplicações dos conceitos de sustentabilidade e eficiência energética.

Manoel Moacir Costa Macêdo

Chefe-geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

Biomassa e Energia: Situação Atual e Perspectivas para o Estado de Alagoas	7
Introdução	7
Palestra de Abertura	
Pedaladas elétricas e a nova agenda do setor	9
Painel 1. Demanda de Biomassa para Bioenergia	
Projeto de Cogeração da Usina Caeté.....	12
Projeto de Cogeração da Usina Coruripe	14
Projeto de Cogeração da Usina Santo Antônio.....	15
Projeto de Cogeração da Usina Seresta	18
Demanda de Biomassa no Setor Ceramista	21
Painel 2. Fontes de Matéria-Prima	
Potencial Energético da Biomassa Residual	26
Aproveitamento da Palha Residual da Cana-de-Açúcar	27
Florestas Energéticas Renováveis	29
Espécies de Bambu com Potencial Energético	32
Cana-Energia como Fonte de Biomassa	34
Capim-Elefante: Alternativa de Matéria-Prima	36
Considerações Finais	38
Agradecimentos	40
Referências	41

Biomassa e Energia: Situação Atual e Perspectivas para o Estado de Alagoas

Introdução

O potencial energético da biomassa no Estado de Alagoas está fortemente relacionado ao aproveitamento dos resíduos do setor sucroenergético, especialmente do bagaço-de-cana de açúcar, visto que a participação deste segmento na matriz de produção de energia primária do estado é preponderante. A utilização do bagaço de cana-de-açúcar para produção de energia elétrica e vapor de processo representou, em 2014, 41,16% do total de energia produzida no estado.

A queima da biomassa para a obtenção de energia elétrica é um dos processos mais promissores para suprir a demanda em sistemas isolados, pois possibilita uma conversão eficiente utilizando recursos locais, representando uma alternativa à utilização do diesel em grupos geradores de eletricidade nos mais diversos setores da indústria. O uso do bagaço da cana-de-açúcar é uma estratégia interessante, pois o período de geração de eletricidade nas usinas, que corresponde ao período de safra de cana-de-açúcar, é justamente a época de chuvas mais reduzidas, na qual as barragens das hidrelétricas apresentam níveis mais baixos e, portanto, uma menor oferta.

Mesmo com o papel importante da cana-de-açúcar na matriz energética de Alagoas, outros tipos de biomassa podem ser aproveitados para fins energéticos no estado, dentre eles resíduos sólidos agrícolas e agroindústrias, oriundo de culturas como arroz, coco, milho, mandioca, amendoim, feijão, algodão, dentre outros. Além destas matérias-primas residuais, os cultivos dedicados à biomassa como o de

florestas energéticas com destaque para o eucalipto e o de gramíneas energéticas com destaque para a cana-energia, tem sido alvo de recentes investimentos no estado.

O *I Workshop Biomassa e Energia* contou com uma palestra de abertura e dois painéis temáticos: (1) demanda de biomassa e (2) fontes de matéria-prima para produção de energia. No primeiro painel, foram apresentadas as demandas de biomassa no Estado de Alagoas, com destaque para os setores sucroenergético e cerâmico, além das casas de farinha. No segundo painel, foram discutidas opções de matérias-primas para geração de energia, dentre elas a biomassa residual (bagaço e palha de cana-de-açúcar) e os cultivos dedicados à produção de biomassa (bambu, florestas e gramíneas energéticas).

Os principais objetivos do evento foram: (a) discutir o cenário atual, as tendências e perspectivas futuras de demanda energética e (b) propor a implementação de inovações tecnológicas para a produção de energia a partir do uso de biomassa renovável no Estado de Alagoas.

Palestra de Abertura

Pedaladas elétricas e a nova agenda do setor

Palestrante: Geoberto Espírito Santo, engenheiro civil da GES Consultoria, Maceió, AL

A palestra de abertura abordou assuntos ligados à geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, tais como a questão da carga de energia *versus* a capacidade limitada de armazenamento da mesma por longos períodos, além de aspectos relacionados à legislação vigente.

Segundo uma concepção moderna, descrita por Santo (2013), o Governo/Estado pode atuar em três esferas, bem distintas e complementares, em relação ao setor energético:

- Formulação de políticas públicas, por meio das quais o governo sinaliza à sociedade as suas prioridades e diretrizes para o desenvolvimento do setor. Essas diretrizes podem ter uma aplicação compulsória, por meio de leis ou decretos governamentais, ou então, podem estimular os agentes do setor a tomar certas medidas, motivados por incentivos financeiro-fiscais, creditícios ou tarifários;
- Planejamento energético, que objetiva promover uma utilização racional dos diversos energéticos consumidos neste sistema e otimizar o seu suprimento, seguindo as diretrizes das políticas energéticas, econômicas, sociais e ambientais vigentes, em sintonia com outros sistemas energéticos que interagem com o sistema em questão;
- Regulação dos mercados de energia, que tem por objetivo básico prover o equilíbrio das relações entre os consumidores, as concessionárias e o Estado, esse último por meio de planos de governo.

Na palestra foram discutidos temas como: o panorama da termelétricidade no estado e no país, a estrutura da cadeia de combustíveis, a caracterização técnica e econômica, as questões socioambientais e o potencial de geração, entre outros aspectos. O palestrante apresentou os dois tipos de ambientes de contratação

de energia: 1) regulado (ACR), onde os preços de suprimento são resultantes de leilões e, 2) livre (ACL), onde os preços de suprimento são livremente negociados. Foram apresentados custos aproximados de produção de energia de diferentes fontes como: energia solar (R\$ 381,00/MWh), usinas termelétricas movidas a gás natural, carvão mineral (R\$ 281,00/MWh) e biomassa (R\$ 251,00/MWh), eólicas (R\$ 223,00/MWh), pequenas centrais hidroelétricas (R\$ 195,00/MWh), energia nuclear (R\$ 153,00/MWh) e hidroelétricas (R\$ 121,00/MWh).

O palestrante também abordou aspectos da legislação que regulamenta a compra e venda de energia elétrica, dentre eles foi mencionada a Lei 13.299/16, sancionada em 2016, a qual diz que as usinas com potência injetada nos sistemas de transmissão e distribuição de até 50 MW têm 50% de redução nas tarifas de uso destes sistemas até o limite equivalente a 30 MW de potência injetada. As termelétricas que injetarem mais de 50 MW não tem nenhuma redução. A legislação anterior também previa este desconto, mas ele era restrito a usinas com uma injeção de 30 MW ou menos.

Outra informação trazida foi que a diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou em 24 de novembro de 2015 a Resolução Normativa nº 687, criando o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, que permite que o consumidor instale pequenos geradores (painéis solares fotovoltaicos, microturbinas eólicas, entre outros) em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica. A resolução permite o uso de qualquer fonte renovável, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.



Painel 1. Demanda de Biomassa para Bioenergia

Neste painel, foram apresentados os principais segmentos que utilizam biomassa no estado de Alagoas, com destaque para o setor sucroenergético, como os cases de quatro usinas (Caeté, Coruripe, Santo Antônio e Seresta), além do setor cerâmico e do segmento das casas de farinha.

Projeto de Cogeração da Usina Caeté

Palestrante: Geovani Araújo da Silva, engenheiro-químico do Grupo Carlos Lyra, São Miguel dos Campos, AL

A Usina Caeté S/A Matriz, localizada em São Miguel dos Campos, em Alagoas, foi a primeira unidade industrial adquirida pelo Grupo Carlos Lyra, em 1965. Além de açúcar e álcool também gera energia elétrica para auto-suprimento e fornecimento a terceiros através do sistema de cogeração.

O projeto de cogeração da Usina Caeté tem como objetivo produzir energia através de uma central termoelétrica (CESMC) que atende as fábricas Usina Caeté e Bioflex 1, e o seu excedente ser comercializado. O projeto foi concebido para utilizar as seguintes biomassas disponíveis:

Lignina: subproduto da produção do etanol 2G, a ser fornecida pela Bioflex 1 – GranBio (35% a 38% de umidade);

Bagaço: entregue pela Usina Caeté (50% de umidade);

Palha: fornecida pela BioVertis – GranBio (16% de umidade);

Cana-energia: cortada, triturada e entregue, in natura, pela BioVertis – GranBio (60% – 65% de umidade).

As biomassas utilizadas na safra 2015/2016, com suas respectivas quantidades, foram: bagaço de cana-de-açúcar (742.856 t), palha (18.622 t) e lignina (5.666 t). A energia gerada na referida safra foi de 169,9 MWh, sendo que, deste total, o excedente exportado pela usina foi de 70,3 MWh.

O bagaço, a cana-energia e a palha triturada seguem a rota normal feita pelo sistema tradicional de alimentação das caldeiras. A palha e a cana-energia são misturadas ao bagaço vindo das moendas na proporção 15% a 20% máximo. A mistura se dá no próprio transportador de bagaço. No caso da lignina, esta alimenta apenas a caldeira de leito fluidizado e é entregue através de transportadores independentes.

O rendimento das usinas é sempre o fator primordial que define a eficácia da agroindústria, sempre se discutindo quantos litros de álcool ou quantos quilogramas de açúcar podem ser produzidos com uma tonelada de cana-de-açúcar. Agora, na era da bioenergia, é necessário prever também quanta energia elétrica pode ser vendida por tonelada de cana-de-açúcar. Normalmente, o potencial de venda de energia elétrica em uma usina varia de 60 KWh/t a 80 KWh/t de cana-de-açúcar, dependendo do grau tecnológico em que se encontra a instalação. O primeiro passo para se avaliar o potencial de cogeração é estimar a disponibilidade de combustível: o bagaço de cana-de-açúcar. Com teor médio de fibra de 12% a 13,5% e umidade na faixa de 50%, produzem-se de 25% a 30% de bagaço em relação à cana-de-açúcar.

Com o aumento expressivo da mecanização da colheita de cana-de-açúcar sem a queima prévia, uma quantidade significativa de palha tem sido deixada no campo (cerca de 140 Kg de palha por tonelada de cana-de-açúcar produzida), podendo ser aproveitada para cogeração ou produção de etanol de segunda geração (celulósico). Além da palha, cultivos como o da cana-energia, do sorgo-biomassa e do capim-elefante têm sido testados desde aspectos ligados ao manejo agrônomo até a colheita e o transporte, incluindo aspectos industriais de recepção e processamento do material.

A unidade termelétrica da usina pode ser um projeto novo (*Greenfield*) ou uma modernização (*Retrofit*) de equipamentos já instalados. O valor agregado ao setor sucroenergético com a melhor exploração da cogeração pode dar uma contribuição substancial à sustentabilidade financeira da indústria e à diversificação de suas fontes de receita.

Projeto de Cogeração da Usina Coruripe

Palestrante: João Macedo Cavalcante Neto, engenheiro-químico da Usina Coruripe, Coruripe, AL

Localizada no Município de Coruripe, em Alagoas, a matriz da Usina Coruripe faz parte do Grupo Tércio Wanderley e foi fundada em 1925. Destaca-se por ser a maior produtora de açúcar e álcool de todo o Norte/Nordeste brasileiro. Na safra 2015/2016, a usina processou 3.032.565 t de cana-de-açúcar, dos quais 12% foram destinados à produção de álcool e 88% à produção de açúcar. A empresa é privilegiada por possuir 36 mil hectares de terras planas, ser bem abastecida de recursos hídricos e contar com mais de 80% de cana-de-açúcar própria. A área disponível para moagem é de 29.334,12 ha dos quais 24.464 ha é a área com irrigação total e 12.300 ha a área irrigada com vinhaça.

A produção total de energia na safra 2015/2016 foi de 110,9 MWh e a energia exportada foi de 51 MWh. A produção de energia por tonelada de cana-de-açúcar foi de 36,98 KWh. O processo de cogeração de energia em caldeiras envolve a produção de energia mecânica (vapor) e elétrica. Na ilustração abaixo observamos o processo de cogeração desde a moagem da cana-de-açúcar até a produção de energia.

A Usina Coruripe Matriz está processo de ampliação da sua capacidade instalada de produção de energia, tendo em visto a instalação de uma nova caldeira AZ 200 (Figura 1).

Foto: João Macedo Cavalcante Neto



Figura 1. Processamento de cana-de-açúcar e produção de vapor e energia elétrica da unidade termelétrica.

Projeto de Cogeração da Usina Santo Antônio

Palestrante: Rogério Gondim Oiticica, engenheiro eletricista, consultoria da Usina Santo Antônio, São Luiz do Quitunde, AL

O Grupo Santo Antônio começou suas atividades em setembro de 1957, quando Ernesto Gomes Maranhão, até então fornecedor de cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, adquiriu a Central Açucareira Santo Antônio S.A., sediada em São Luiz do Quitunde, Alagoas. Na safra de 2015/2016, foram processadas 1.937.543 t de cana-de-açúcar. Nessa mesma safra, a energia elétrica vendida para as concessionárias na foi de 35,6 MWh, valor menor do que na safra 2014/2015 quando foram comercializados 56,1 MWh de excedentes de energia.

De acordo com o palestrante: “A energia elétrica (venda) é o único produto que agrega valor, sem aumentar as despesas operacionais da planta industrial (ao contrário, tende a baixar estas despesas) e, num projeto bem concebido, equilibra a fábrica termicamente trazendo resultados imensuráveis ao processo como um todo!”.

Nas usinas, em geral, a energia elétrica é gerada em ciclovapor (Ciclo Rankine) do tipo *topping*, com fornecimento de calor nas caldeiras oriundo da queima do bagaço da cana-de-açúcar. A configuração típica utiliza caldeiras com geração de vapor a 22 bar, temperatura do vapor superaquecido entre 280 °C e 320 °C, consumo de vapor da ordem de 500 Kg por tonelada de cana-de-açúcar e turbinas de contrapressão.

A Usina Santo Antônio dispõe de três caldeiras do tipo aquatubular para queima de bagaço de cana. A produção de vapor das caldeiras varia de 80 t/h a 120 t/h, sob pressão de 21 Kgf/cm² e temperatura de 350 °C. A subestação de energia Jitituba apresenta capacidade de 69KV – 25MVA (Figura 2).



Figura 2. Subestação de energia elétrica da Usina Santo Antônio.

Dentre os procedimentos para aumentar a eficiência da cogeração realizados na Usina Santo Antônio foram destacados: 1) aumento da eficiência, pressão e temperatura das caldeiras; 2) implantação de turbinas de contrapressão e condensação com aumento da eficiência, pressão e temperatura; 3) motorização de todos os acionamentos da fábrica; 4) diminuição e regularização do consumo específico de vapor na produção de açúcar e etanol; e 5) incorporação de pontas e palhas ou palhiço. Além disso, outras ações foram realizadas para aumentar a eficiência de combustão e a capacidade de geração de energia: otimização das caldeiras, diminuição do consumo de vapor de processo, melhor utilização dos condensados, motorização gradativa dos acionamentos de extração (substituição das turbinas a vapor de baixa eficiência) e a instalação de turbina de condensação.

Homenagem ao Sr. Jarbas Oiticica

Ao final da palestra, a comissão organizadora prestou uma homenagem ao pai do palestrante, o engenheiro-agrônomo Jarbas Elias da Rosa Oiticica, falecido em outubro de 2007, o qual acompanhou o crescimento, as dificuldades e os desafios da grande revolução da cana-de-açúcar no Brasil.

Jarbas foi diretor da Estação Experimental da Cana-de-Açúcar de Alagoas (EECAA), criada em 13 de maio de 1966, através de um convênio entre o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e o Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Alagoas (SINDAÇUCAR), quando se solidificava uma nova mentalidade em busca do aprimoramento agrícola e industrial da cana-de-açúcar em Alagoas. Jarbas formou uma equipe técnica local e incorporou renomados especialistas estrangeiros em cana-de-açúcar para transmitir seus conhecimentos aos técnicos brasileiros. Em menos de cinco anos esse órgão apresentava resultados altamente significativos para o setor canavieiro nacional, como a modernização da mecanização agrícola e industrial, o controle biológico de pragas e o estabelecimento de parâmetros para pagamento da cana pelo teor de sacarose, entre outros. Mas, indubitavelmente, coube ao melhoramento genético a sua maior contribuição para o Brasil, através da formação do primeiro Banco de Germoplasma de Cana-de-Açúcar Nacional, composto por variedades originárias de diversos programas mundiais, sendo criada em 1967 a Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, em Murici, Alagoas, que hoje é gerida pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa) (BARBOSA, 2014).

Projeto de Cogeração da Usina Seresta

Palestrante: André Borges Pereira da Silva, engenheiro-agrônomo da Usina Seresta, Teotônio Vilela, AL

A Usina Seresta, fundada em abril de 1973, na cidade de Teotônio Vilela, Alagoas, tem capacidade produtiva de 1.450.000 t por safra. Em 2013, constitui consórcio com a empresa Areva para instalação e operação de uma unidade termelétrica (UTE), que foi chamada Ben Bioenergia.

A UTE Ben Bioenergia conta com caldeiras de alta eficiência e dois turbogeradores com capacidade de geração de 53MW. A produção de vapor é de 250 t/h, operando sob pressão de 68 Kgf/cm² com temperatura de vapor de 490 °C (Figura 3).



Foto: Anderson Carlos Marafon

Figura 3. Usina Termoeletrica Ben Bioenergia/
Usina Seresta.

Na safra 2015/2016, a Usina Seresta processou 911.237 t de cana-de-açúcar, com uma área colhida de 9.944 ha, dos quais 44,6% colhidos mecanicamente e 55,3% através de corte manual.

Como o projeto inicial já previa a necessidade de matéria-prima complementar ao bagaço produzido pela usina visando atender todo o potencial instalado de geração na usina termelétrica. Desta forma, a Usina Seresta passou a utilizar também a palha de cana-de-açúcar em suas caldeiras e promover o cultivo dedicado de cana-energia, eucalipto e capim-elefante em suas áreas, com vistas no suprimento e o atendimento da capacidade operacional da UTE.

Na safra 2015/2016, foram cultivados 550 hectares de cana-energia e o plantio de outros 4,5 mil ha foram previstos para a safra 2016/2017. Nas avaliações realizadas, a produção média anual de biomassa fresca dos clones de cana-energia foi de 150 t/ha. Os dados médios das análises de qualidade industrial dos clones de cana-energia apontaram valores para açúcares totais recuperáveis (ATR) de 69 Kg/ton de cana-de-açúcar e percentuais de: 22% de fibras, 12% de Brix°, 60% de pureza do caldo, 7% de açúcares polarizáveis (Pol), 1,6% de açúcares redutores do caldo (AR) e 7,25% de açúcares redutores totais (ART).

Visando o suprimento de biomassa para a UTE, a Usina Seresta também tem promovido o cultivo adensado de eucalipto (1,2 m x 3,0 m), colhido com 36 meses com altura média de 16,08 m, diâmetro médio de 9,61 cm produção média fresca de 164 t/ha, que correspondeu à 224 m³. A umidade da biomassa do eucalipto no ato do corte foi de 54,74% e 30 dias após sofreu redução para 38,28% mediante exposição ao sol. Outra cultura que tem despertado interesse da usina é a do capim-elefante, o qual está sendo cultivado em uma área experimental de oito hectares, mostrando-se altamente produtivo, com produção média de 130 t/ha/ano.

Tendo em vista os altos custos envolvidos com o transporte da biomassa do campo até a UTE, foram feitos testes para avaliar a densidade de carga comparando-se diferentes métodos de colheita da cana-de-açúcar e da cana-energia colhidas manual e mecanicamente com desponte (limpa) e sem desponte (integral) (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade de carga (Kg/m^3) para transporte de cana-de-açúcar e cana-energia em função do método de colheita.

Método de colheita	% de palha	Kg/m^3
Cana-de-açúcar manual (queimada)	4	315
Cana-de-açúcar mecânica (limpa)	6	326
Cana-de-açúcar mecânica (integral)	20	217
Cana-energia mecânica (limpa)	27	152
Cana-energia mecânica (integral)	43	120

As informações da tabela acima são muito relevantes visto que a densidade de carga está diretamente relacionada com os custos de transporte (frete). A maior densidade de carga foi obtida com a colheita manual e com a colheita mecanizada da cana-de-açúcar picada e limpa (desponte), devido à baixa percentagem de palha recolhidas. Quando a cana-de-açúcar integralmente, ou seja, junto com a palha, a densidade de carga é consideravelmente reduzida. No caso da cana-energia colhida com desponte, a densidade de carga foi superior à colhida sem desponte (integral).

Demanda de Biomassa no Setor Ceramista

Palestrante: Maura Nucia Franco, engenheira civil do Sindicato da Indústria de Cerâmica do Estado de Alagoas (SINDICER/AL)

O setor de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil está formado por 1.714 empresas cerâmicas e olarias, gerando cerca de 51.500 empregos diretos. Segundo o Sindicato da Indústria de Cerâmica do Estado de Alagoas, o setor apresenta 33 indústrias de pequeno e médio porte, além de 37 olarias de pequeno porte, gerando 1.320 empregos diretos. A faixa de produção das cerâmicas é de 450 milheiros/mês a 500 milheiros/mês, sendo que 80% opera com fornos do tipo Hoffmann, produzindo aproximadamente 85% de blocos cerâmicos e 15% de telhas.

A demanda anual de biomassa das cerâmicas do estado é de aproximadamente 92 t/ano. Os principais combustíveis utilizados são a lenha de reflorestamento (eucalipto), bambu, fruteiras (mangueira, jaqueira), palmeira do coco, acácia, sabiá, aveloz, pó de serra e outros resíduos da construção civil, moveleira e de serrarias (Figura 4).



Foto: Antônio Dias Santiago

Figura 4. Matérias-primas utilizadas para combustão em fornos de indústrias cerâmicas do Estado de Alagoas.

A palestrante mencionou os principais problemas envolvidos com a queima da biomassa, dentre eles foram citados: 1) excesso de umidade com perdas do poder calorífico; 2) granulometria fina (pó), que dificulta o armazenamento e aumenta a vulnerabilidade a incêndios; e 3) irregularidade nas dimensões das matérias-primas, que dificulta a alimentação das fornalhas, provocando variações nas curvas de calor e perda da qualidade dos produtos obtidos (coloração, resistência etc.). O uso de biomassa com granulometria homogênea permite melhor queima, com menor demanda de oxigênio e menor perda dos gases de combustão. A madeira na forma de lenha picada ou de cavacos, por exemplo, proporciona economia de combustível de até 20% em relação à lenha em toras.

Além destas informações também foram abordados o potencial de utilização de resíduos da produção agrícola em fornos cerâmicos, o desenvolvimento de pesquisas sobre secagem da biomassa capim-elefante e a necessidade de linhas de crédito específicas para modernização tecnológica das indústrias do setor de cerâmica vermelha.

Uso de Biomassa em Casas de Farinha

Palestrante: Antônio Dias Santiago, engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo), Rio Largo, AL

O cultivo de mandioca se destaca em Alagoas, sendo a segunda maior produção agrícola do Estado (Figura 5). Em 2010, a cultura apresentou produção de 318.000 t de raízes para uma área cultivada de cerca de 20 mil hectares.



Foto: Maura Nucia Franco

Figura 5. Área de cultivo de mandioca no Estado de Alagoas.

Na região de abrangência do Arranjo Produtivo Local (APL) da Mandioca, situada no Agreste alagoano, a dinamização da produção de farinha é responsável pela subsistência de mais de 26 produtores, cuja economia está ligada a toda cadeia produtiva, em mais de 600 casas de farinha instaladas. De acordo com o palestrante o consumo médio mensal de lenha varia de 100 m³ a 160 m³.

As casas de farinha demandam calor para o processo de torrefação da farinha. Na região Nordeste, há uma forte dependência da população

rural pela lenha. A principal matéria-prima utilizada para a geração deste calor nas é proveniente de lenha nativa dos biomas da Mata Atlântica e Caatinga. Também são utilizados resíduos da construção civil e, em Alagoas, a casca de coco. A obtenção da energia térmica pelas casas de farinha é quase que exclusivamente dependente da lenha, um recurso natural finito e tem-se mostrado cada vez mais escasso. Além dela, também foi salientado pelo pesquisador que os resíduos culturais da própria mandioca podem ser aproveitados tendo em vista o seu elevado poder calorífico.



Painel 2. Fontes de Matéria-Prima

Neste painel, passou-se a discutir as fontes de matéria-prima combustível para geração de energia.

Primeiramente foi abordado potencial dos resíduos agrícolas do Estado de Alagoas e o impacto do maior aproveitamento da palha da cana-de-açúcar em virtude do aumento da colheita mecanizada (sem queima prévia). Posteriormente, foram abordados alguns cultivos dedicados à biomassa, como o de florestas energéticas, com ênfase no eucalipto, além dos cultivos do bambu e de gramíneas forrageiras (cana-energia e capim-elefante).

Potencial Energético da Biomassa Residual

Palestrante: Karina Ribeiro Salomon, engenheira-agrônoma, professora do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL

Entre as culturas produzidas em Alagoas, com potencial de geração significativa de resíduos devido à grande quantidade produzida, destacam-se: cana-de-açúcar, amendoim, coco, feijão, arroz, mandioca, milho, eucalipto e gramíneas forrageiras. Estas culturas são representativas em termos de produção e geram grande quantidade de biomassa residual. Além destas, os efluentes agroindustriais se apresentam como importantes insumos para produção de energia.

Tendo em vista a importância da diversificação da matriz energética do estado, foram apresentadas informações publicadas no Atlas de Bioenergia de Alagoas 2015 (SALOMON et al., 2016), que traz o potencial energético da biomassa residual nas microrregiões alagoanas e tem o intuito de fundamentar políticas públicas de fomento ao uso de fontes locais de bioenergia e incentivar o uso desse tipo de energia complementar em Alagoas.

Foram apresentados mapas do potencial de geração de energia dos seguintes tipos de biomassa: 1) sólida (resíduos culturais de amendoim, arroz, coco, feijão, mandioca, milho e cana-de-açúcar); e 2) líquida (resíduos de laticínios, matadouros, manipueira, e Vinhaça).

Aproveitamento da Palha Residual da Cana-de-Açúcar

Palestrante: Sergio Galvão Elias de Godoy Filho, engenheiro-agrônomo da Granbio BioFlex, São Miguel dos Campos, AL

A Granbio é uma empresa brasileira de biotecnologia industrial que cria soluções para transformar biomassa em produtos renováveis, como biocombustíveis e bioquímicos. Fundada em 2011, a empresa é a pioneira na produção e comercialização do etanol celulósico no Hemisfério Sul. Utiliza como matéria-prima a palha da cana-de-açúcar e desenvolve pesquisas para o desenvolvimento e aproveitamento da cana-energia, uma variedade de cana-de-açúcar mais robusta, com maior teor de fibras e maior produtividade.

A empresa tem promovido desde 2013 o recolhimento e enfardamento da palha residual, proveniente da colheita mecanizada da cana-de-açúcar, visando sua utilização como matéria-prima para a produção de etanol celulósico. Nas safras 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016 foram recolhidas 305,5 mil t de palha, a qual apresentou umidade de 10,9% a 14,8% e grau de impurezas oscilando entre 2,5% a 3,2%.

Com o avanço da colheita mecanizada, a palhada antes queimada na lavoura, atualmente tem sido recuperada e utilizada na geração de excedentes de energia elétrica e na produção de etanol celulósico.

O aproveitamento da palha é realizado através de uma série de operações agrícolas, que vai desde o aleiramento, passando pelo enfardamento, recolhimento, transporte e armazenamento (Figura 6). O enfardamento é realizado de 4 a 7 dias após a colheita para garantir a redução da umidade da palha, de 20%-25% para menos 15%. A massa específica dos fardos é de 175 kg/m³ e o peso é de 500 Kg por unidade.



Figura 6. Operações envolvidas no aproveitamento da palha.

A empresa também vem efetuando testes de colheita de cana-energia para validação de colhedoras de forragens adequadas, bem como, testes de combustão da biomassa em caldeira para produção de vapor e energia elétrica (Figura 7).



Figura 7. Diferentes tipos de biomassa avaliados para a combustão em caldeiras de uma unidade termelétrica.

Florestas Energéticas Renováveis

Palestrante: Vânia Aparecida de Sá, engenheira-florestal, professora do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL

A palestrante é professora do curso de graduação em Engenharia Florestal da UFAL e iniciou sua palestra ressaltando as preocupações da sociedade quanto ao crescente aumento da população associado ao consumo de energia e a segurança energética.

De acordo com a palestrante, os setores industriais que mais consomem lenha no Brasil são: cerâmico (8.487 t), papel e celulose (5.213 t) e têxtil (229 t). Os setores mais consomem carvão vegetal: siderúrgico (5.518 t), bebidas e alimentos (3.519 t) e de cimento (198 t).

Os principais recursos dendroenergéticos são florestas nativas e cultivos florestais. Enquanto as florestas naturais respondem por 63,7% da área de solo do Brasil, outros 35,7% correspondem à agricultura, pecuária e às áreas urbanas. As florestas plantadas representam os 0,6% (7,60 milhões de ha) restantes, com destaque para os gêneros *Eucalyptus* (5,47 milhões de ha) e *Pinus* (1,57 milhões de ha).

A vocação florestal brasileira se deve a presença de solo e clima favoráveis, de alta intensidade luminosa, das grandes extensões de terras agricultáveis e do domínio tecnológico graças aos grandes investimentos feitos em pesquisa e desenvolvimento. Tais fatores proporcionam altas produtividades e ciclo de colheita reduzido. Enquanto a produtividade média das florestas plantadas no Brasil é de 35 m³/ano, outros países como Portugal e Canadá apresentam médias de 13 m³/ano e 5 m³/ano, respectivamente.

A alta produtividade e as características de sua madeira tornam o eucalipto uma das melhores alternativas para produção de biomassa energética. As principais espécies no Brasil são: *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. cloesiana*, *E. dunni* e *E. citriodora*.

O cultivo de eucalipto foi abordado com maior ênfase pela palestrante em virtude do crescente interesse do setor agrícola do estado de Alagoas nesta cultura, tendo em vista o seu potencial na cogeração de energia nas usinas sucroalcooleiras, bem como a atratividade de novos empreendimentos de base industrial para o estado. O perfil da eucaliptocultura no Estado de Alagoas é caracterizado por plantios jovens em áreas menores que 100 ha, totalizando mais de 10.500 ha, dos quais 70% em áreas de encosta (ALAGOAS, 2015). Nos ensaios desenvolvidos no estado, tem se observado que as plantas atingem 6 metros, no 1º ano de cultivo, 12 m, no 2º ano, e até 21 m, no 3º ano de cultivo. Em um experimento colhido com idade de 5,5 anos, a altura média registrada foi de 30 m, o diâmetro médio foi de 19,4 cm e o incremento médio anual (IMA) de 61 m³/ha (Figura 8).

Foto: Vania A. de Sá

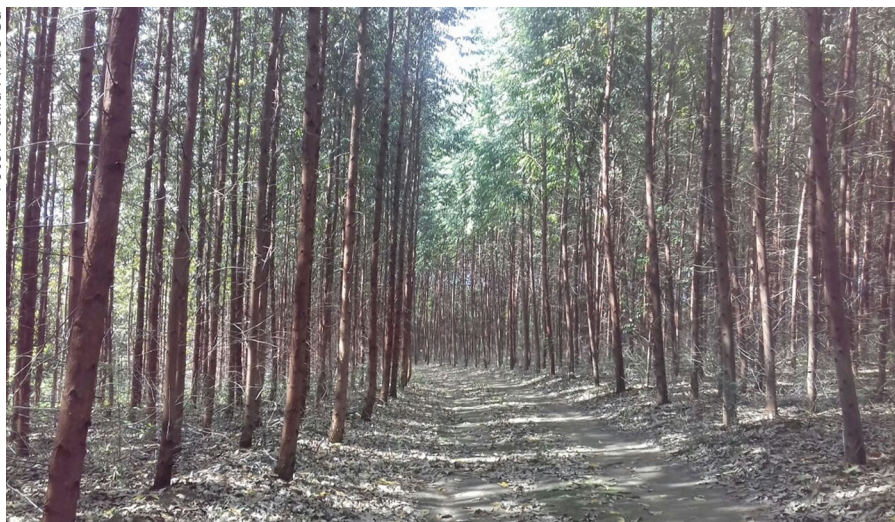


Figura 8. Área de cultivo de eucalipto no Estado de Alagoas.

Também foi apresentado o gênero *Acácia*, cujas plantas crescem bem em regiões de clima mais ameno e em altas latitudes. Dentre as espécies mais cultivadas estão: *Acacia mearnsii* (Acácia negra) e *Acacia mangium* (Acácia australiana), que se desenvolvem bem em regiões de baixa precipitação (500 mm - 800 mm) e toleram solos pobres e pouco

profundos. Outra espécie apresentada foi a *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá ou sansão-do-campo), que apresenta alta capacidade de regeneração e tolerância à seca. Seu cultivo é bastante disseminado no Nordeste para obtenção de estacas, face à alta resistência física de sua madeira.

Todas estas espécies podem ser usadas em sistemas de integração com culturas agrícolas como feijão, milho, arroz, soja, amendoim, etc., nos dois primeiros anos, e com a exploração da pecuária a partir do terceiro ano de plantio.

Espécies de Bambu com Potencial Energético

Palestrante: Eurico Eduardo Pinto de Lemos, engenheiro-agrônomo, professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL

A palestra enfocou o potencial de aproveitamento do bambu como biomassa para geração de energia termelétrica mediante combustão em caldeiras, bem como seu potencial para produção de celulose.

Dentre as mais de 1.250 espécies de bambu existentes no mundo, merecem destaque: *Dendrocalamus giganteus* (Figura 9a), *Bambusa vulgaris* (Figura 9b), *Guadua angustifolia* e *Bambusa tudaoides*, devido ao seu elevado poder calorífico.

Fotos: Anderson Carlos Marafon



Figura 9. Espécies de bambu com potencial para geração de energia: (a) *Dendrocalamus giganteus* e (b) *Bambusa vulgaris*.

O bambu forma maciços florestais (bambuzais) que se renovam pela brotação de novos colmos a partir dos rizomas subterrâneos. A brotação de novos colmos ocorre uma vez por ano (cerca de 10 por

moita), sendo que os colmos já nascem com o seu diâmetro definitivo. Começa a ser cortado aos três anos e apresenta grande rusticidade (solo) e resistência (pragas, doenças e ervas).

O bambu apresenta grande potencial para geração de energia, na forma de lenha, cavacos, briquetes, pellet, carvão ou gás. No Brasil, são cultivados mais de 40 mil ha com a espécie *Bambusa vulgaris*, cujas principais áreas de cultivo encontram-se nos estados de Pernambuco, Bahia e Maranhão. Em Jaboatão dos Guararapes, PE, a empresa Celulose e Papel de Pernambuco S.A (Cepasa) utiliza o bambu para a fabricação de papel, tendo em vista que esta matéria-prima apresenta fibras longas e muito finas, o que confere alta resistência ao produto final.

Em ensaio experimental efetuado em 2016 por Marafon e Lemos (dados não publicados) constatou-se o elevado poder calorífico de algumas espécies de bambu (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de umidade, carbono e hidrogênio, poder calorífico superior e inferior de quatro espécies de bambu.

Espécie	Umidade	C	H	PCS	PCI
	%	%	%	(Kcal/Kg)	(Kcal/Kg)
<i>Guadua angustifolia</i>	46,6	47	5,8	4.568	4.256
<i>Bambusa vulgaris</i>	43,2	47	5,8	4.359	4.047
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	48,8	47	5,8	4.499	4.187
<i>Bambusa tuldooides</i>	37,3	47	5,8	4.544	4.232

Os dados demonstram o elevado poder calorífico do bambu e colocam a espécie entre as de maior potencial para a produção de energia térmica. Como a composição química das espécies de bambu é comparável com a de diversos tipos de madeiras, sugere-se que a sua utilização energética possa ser para finalidades semelhantes, ou seja, para geração de calor via combustão e a obtenção de celulose.

Cana-Energia como Fonte de Biomassa

Palestrante: João Messias dos Santos, engenheiro-agrônomo, professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo, AL

O palestrante apresentou ao público as ações desenvolvidas pelo Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar da Rede Interuniversitário de Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa) voltadas para a obtenção de variedades de cana-energia. A cana-energia serve como matéria-prima para produção de açúcar, etanol, eletricidade, biocombustíveis, biopolímeros e/ou biofármacos.

De maneira contrária à cana-de-açúcar convencional (*Saccharum officinarum*), uma espécie domesticada e com riqueza em açúcares, a cana-energia é rica em fibras, apresenta alta rusticidade e boa adaptação a ambientes de cultivo marginais, provavelmente em função de um sistema radicular bem desenvolvido, com presença de rizomas.

A cana-energia é obtida de cruzamentos da *Saccharum spontaneum* com híbridos comerciais (F1/retrocruzamentos), sendo buscados clones com alto grau de vigor, sem florescimento, livres de doenças e com elevados teores de fibras (> 15%) e rendimento de biomassa (acima de 200 t de matéria fresca/ha). Os cruzamentos da Ridesa são efetuados na Estação de Cruzamento Serra do Ouro, em Murici, AL (Figura 10), que conta com 3.071 acessos, dos quais 41 são de *Saccharum spontaneum*.

Foto: João Messias dos Santos



Figura 10. Estação de cruzamento Serra do Ouro, Murici, AL.

Nos trabalhos da equipe da Ridesa foram observadas correlações positivas entre a percentagem de fibras e o número de colmos por metro e correlações negativas entre a percentagem de fibras e o diâmetro dos colmos.

Dentre as principais vantagens destacadas em relação ao cultivo da cana-energia estão a menor necessidade de mudas para o plantio devido a elevada taxa de multiplicação (1:30) e alta longevidade das socarias (acima de 10 colheitas).

Capim-Elefante: Alternativa de Matéria-Prima

Palestrante: Anderson Carlos Marafon, engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo), Rio Largo, AL

A exploração de espécies gramíneas forrageiras para obtenção de energia é comum em diversos países do mundo como na Inglaterra e na Áustria (*Miscanthus* sp.), nos Estados Unidos e no Canadá (Switchgrass - *Panicum* sp.) e na Itália (*Arundo donax*). No Brasil, vem sendo exploradas a cana-energia (*Saccharum* sp.), o sorgo biomassa (*Sorghum bicolor*) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*).

O cultivo de gramíneas forrageiras dedicadas à produção biomassa é considerado uma alternativa técnica sustentável por tratar-se de uma fonte renovável e limpa, capaz de atender diversos propósitos energéticos, dentre eles a produção de energia térmica (combustão direta, carvão vegetal, pellets e briquetes), energia elétrica (cogeração, gaseificação e queima de gases) e/ou energia mecânica (álcool combustível e biodiesel).

O capim-elefante está entre as espécies de maior eficiência fotossintética, devido ao alto aproveitamento da luz, mesmo em condições de elevada radiação solar incidente. Esta característica, aliada à morfologia de suas folhas (estreitas e eretas) permite à espécie maior penetração da luz no dossel, com melhor utilização da interceptação luminosa.

Por apresentar ciclo curto (4 a 6 meses) e elevada eficiência fotossintética (C4), o capim-elefante é uma das espécies com maior potencial de produção de biomassa dentre as espécies tropicais exóticas. O capim-elefante é capaz de produzir anualmente de 40 t a 45 t de massa seca/ha, superando outros cultivos dedicados como o de eucalipto, que produz de 20 t/ha/ano a 30 t/ha/ano (Figura 11).



Foto: Anderson Carlos Marafon

Figura 11. Área de cultivo de capim-elefante no Estado de Alagoas

O capim-elefante é rico em celulose (37%-44%), hemicelulose (25%-28%) e lignina (8%-13%), apresenta alta relação C:N (75:1), baixo teor de cinzas (4,7%) e elevado poder calorífico superior (4.315 Kcal kg⁻¹), características muito semelhantes ao bagaço de cana-de-açúcar, principal matéria-prima usada na produção de energia térmica no Brasil. Foi citado o exemplo do empreendimento implantado no interior do estado da Bahia, onde opera a Usina Termelétrica Sykué Bioenergia, a qual cultiva sete mil hectares de capim-elefante, além de outros capins tropicais e gera 30 MW de eletricidade, energia capaz de abastecer uma cidade com cerca de 200 mil habitantes.

Considerações Finais

O emprego de sistemas de cogeração mais modernos nas usinas termelétricas, com caldeiras operando sob pressão de 60 bar a 65 bar, temperatura de 480 °C a 520 °C e turbinas de contrapressão, pode reduzir a demanda de vapor no processo e aumentar consideravelmente a geração de eletricidade exportável. Em um longo prazo, a tecnologia de gaseificação da biomassa integrada com turbinas a gás (tecnologia BIG/GT) pode ser muito promissora para geração de energia.

Os avanços tecnológicos alcançados na geração de eletricidade permitem imaginar um cenário favorável para o desenvolvimento de plantações energéticas (florestas e gramíneas) como fonte de matéria-prima para produção de biomassa. A diversificação e descentralização das matrizes de produção elétrica são apontadas, por especialistas da área de energia, como uma solução razoável e eficaz para atender a crise que se desenha no setor. O investimento na expansão de termoeletricas focadas na produção de cultivos, especialmente no que se refere à cana-energia, ao eucalipto, ao sorgo biomassa e ao capim-elefante pode garantir bons retornos financeiros aos investidores.

A obtenção de altos rendimentos agrícolas é a chave para o desenvolvimento sustentável das culturas energéticas, pois só assim evita a concorrência com a produção de alimentos. Por isso, além do cultivo de florestas de eucalipto, cujo sistema de produção apresenta pleno domínio tecnológico no Brasil, a busca por novas culturas energéticas com elevada produção de biomassa, tais como a cana-energia, o capim-elefante e o sorgo-biomassa, tem sido alvo de pesquisas de diversas instituições brasileiras. Para uso na produção de bioenergia, estas gramíneas devem apresentar características como porte elevado, robustez, rápido crescimento e reduzida exigência de energia para produção.

Com a valorização do preço da energia elétrica e o aumento da demanda pelo bagaço da cana, a oferta de matéria-prima complementar, com baixo custo de produção e aptidão para áreas marginais, pode ser uma opção rentável ao setor sucroenergético, o

qual desempenha um papel importante no cenário energético brasileiro por meio da produção do etanol para consumo veicular e na venda de energia elétrica para o Sistema Interligado Nacional (SIN). Por isso, a ampliação da exploração das culturas energéticas pode aumentar a disponibilidade de matéria-prima complementar ao bagaço para a produção de energia.

Apesar das vantagens ambientais e estratégicas e do enorme potencial de geração de energia excedente, a falta de incentivos à produção de biomassa para energia, tem reduzido as perspectivas de viabilização de projetos nesta área. Neste aspecto, o Ministério de Minas e Energia (MME) tem avaliado medidas de estímulo à geração de energia elétrica a partir da biomassa que podem possibilitar a agregação de um grande volume de energia ao SIN num curto prazo. Dentre estas medidas temos: a redução na cobrança de encargos relativos aos sistemas de transmissão e distribuição (Tust e TUSD) e a adoção de um modelo de contratação específico para este tipo de energia.

Cabe salientar que os incentivos à fonte biomassa são menores do que para outras fontes. A fonte biomassa, que já chegou a representar 32% do crescimento da capacidade instaladas no país em 2008, tem previsão de terminar 2016 com apenas 7% da expansão anual, sendo que este índice poderá cair para apenas 3% em 2020. Uma das principais barreiras à comercialização da energia oriunda da maioria das fontes renováveis é o fato de os mercados atuais, de forma geral, ignorarem os custos sociais e ambientais do uso de combustíveis fósseis e os riscos associados a ele.

Agradecimentos

A comissão organizadora agradece a todos os participantes e, de maneira especial:

Ao diretor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima, pela disponibilização de toda sua infraestrutura.

Aos palestrantes Geoberto Espírito Santo (GES Consultoria), Geovani Araújo da Silva (Grupo Carlos Lyra), João Macedo Cavalcante Neto (Usina Coruripe), Rogério Gondim Oiticica (Usina Santo Antônio), André Borges Pereira da Silva (Usina Seresta), Maura Nucia Franco (SINDICER/AL), Sergio Galvão Elias de Godoy Filho e Hugo Soriano (GranBio), Antonio Dias Santiago e Anderson Carlos Marafon (Embrapa), Eurico Eduardo Pinto de Lemos, Vânia Aparecida de Sá, João Messias dos Santos e Karina Ribeiro Salomon (UFAL).

Ao professor Dr. Guilherme Bastos Lyra, coordenador do Programa de Pós-graduação em Energia da Biomassa (CECA/UFAL) e ao Sr. Glauco José de Sá Leitão Angeiras, Gerente de Recursos Energéticos da SEDETUR/AL, por todo apoio na concretização do evento.

Aos colegas da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em especial, às equipes do Núcleo de Comunicação (NCO), do Comitê Local de Publicações (CLP) e da UEP-Rio Largo, pelo apoio técnico e operacional.

Referências

- ALAGOAS. Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turístico. **Balanco energético do Estado de Alagoas: ano base 2014**. Maceió: Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo, 2015. 180 p. Disponível em: <<http://www.sedetur.al.gov.br/documentos/Beal%202015.pdf>> Acesso: 10 set. 2016.
- BARBOSA, G. V. S. **Contribuição do melhoramento genético da cana-de-açúcar para a agroindústria canavieira de Alagoas**. 2014. 116 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SALOMON, K. R.; FERREIRA, I. V. L.; SANTOS, A. F. N.; MARQUES, L. A.; MENDONÇA, Z. L. L.; FUONKE, M. H. C.; SOUZA, J. E. A.; AMORIN, E. L. C.; MENEGHETTI, S. M. P.; MARAFON, A. C. **Atlas de bioenergia de Alagoas 2015**. Maceió: Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo. 81p. Disponível em: <www.sedetur.al.gov.br/energia-e-mineracao/Atlas%20Bioenergia%202015%202.pdf> Acesso: 10 set. 2016.
- SANTO, G. E. **Política e modelagem do setor elétrico**. Maceió: FIDENE, 2013, 351 p.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

